1938

Aus dem Hygienischen Institut der Martin-Luther-Universität
Halle-Wittenberg
Direktor: Professor Dr. P. Schmidt

Lungentuberkulose als Berufserkrankung des Krankenpflegepersonals - mit experimentellen Untersuchungen zum Problem der Staubinfektion bei Tuberkulose

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Martin Luther-Universität Halle-Wittenberg

vorgelegt von

Herbert Voigt
aus Könnern (Saale).

Halle/Saale
1938

Carl Nieft, Buchdruckerei und Verlag, Bleicherode am Harz

SAN FRANCISCO
LAN
SAN

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Schmidt.

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Cobet.

Tag der mündlichen Prüfung: 24. Juni 1938.

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät

Inhaltsübersicht.

Seite

I. Die Lungentuberkulose als Infektionskrankheit im Sinne einer Berufserkrankung 5

II. Statistik der Berufstuberkulose des Krankenpflegepersonals . . 8

III. Fälle von Lungentuberkulose beim Krankenpflegepersonal einer beobachteten Tuberkulosestation 12

IV. Tuberkulose durch Staub- und Tröpfcheninfektion 15

V. Experimentelle Untersuchungen über das Vorkommen von Tuberkelbazillen im Fußbodenstaub von Krankenzimmern Tuberkulöser, im Bettwäschestaub Tuberkulosekranker und im Luftstaub von Krankenzimmern Tuberkulöser 20

VI. Zur Verhütung der Lungentuberkulose 29

VII. Zusammenfassung 34

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40152001_0035

I. Die Lungentuberkulose als Infektionskrankheit im Sinne einer Berufserkrankung.

Nach der Verordnung über Ausdehnung der Unfallversicherung auf Berufskrankheiten vom 11. 2. 1929 (RGBl 1929 Nr. 7) werden Infektionskrankheiten zu den Berufserkrankungen gerechnet, sofern sie im Rahmen der Tätigkeit in Betrieben, die der Unfallversicherung der 69. Berufsgenossenschaft, „für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege", unterliegen, erworben sind. Als solche Betriebe sind anzusehen: „Die Krankenhäuser, Heil- und Pflegeanstalten, Entbindungsheime und sonstige Anstalten, die Personen zur Kur und Pflege aufnehmen, ferner Einrichtungen und Tätigkeiten in der öffentlichen und freien Wohlfahrtspflege und im Gesundheitsdienst, sowie Laboratorien für naturwissenschaftliche und medizinische Untersuchungen und Versuche".

Unter den Infektionskrankheiten ist die Tuberkulose eine der am weitesten verbreiteten Krankheiten, wobei der Lungentuberkulose offenbar die größte Bedeutung zukommt; denn etwa 25 % aller Menschen erliegen ihr allein. Lebensalter, Beruf und soziale Lage der einer solchen Krankheit anheimfallenden Menschen, vor allem aber die Berührungshäufigkeit mit dem belebten Erreger (Tuberkelbazillus) sind maßgebende Faktoren für den Grad der Ausbreitung der Tuberkulose. Mit Recht wird man nach Kreuser sagen können, daß der Heilberuf derjenige ist, von dem man annehmen muß, daß die in ihm vertretenen Bevölkerungsteile mit Sicherheit mehr als andere in wechselnder Dauer und Stärke mit dem Erreger der Tuberkulose in Berührung kommen.

Es soll im folgenden u. a. meine Aufgabe sein, von den Heilberufspersonen besonders das Krankenpflegepersonal einer Tuberkulosestation einer genaueren Betrachtung zu unterziehen, wobei im einzelnen auf Ausmaß und Folgen der Infektion mit Tuberkulose, zugleich aber auch durch experimentelle Untersuchungen auf die Möglichkeiten des Infektionsmodus und auf die Maßnahmen zur Verhütung der Seuche, eingegangen werden soll.

Nach den Ausführungen der Verordnung vom 11. 2. 29 wird eine Lungentuberkulose als Berufserkrankung des Krankenpflegepersonals nur dann anerkannt und damit als entschädigungspflichtig angesehen, wenn nachgewiesen werden kann, daß eine Ansteckung des betreffenden Personals durch bazillenausscheidende Kranke stattgefunden hat. Eine solche entscheidende Beurteilung ist jedoch oft mit den größten

Schwierigkeiten verbunden, da die Klärung der Krankheitsentstehung und des Infektionsvorganges meist nicht einfach ist und gerade hierüber die Ansichten vieler namhafter Forscher und Tuberkuloseärzte vielfach noch sehr auseinanderweichen. Relativ einfach (Neumann) liegt die Sache allerdings — was den Beruf als Ansteckungsquelle angeht —, wo die Eintrittspforte der Bazillen offen zutage liegt und durch Kontaktinfektionen, z. B. die Tuberculosis verrucosa cutis, das Scrofuloderm der Schlächter, Viehhändler, Abdecker, Ärzte, Anatomiediener usw. entstehen. Bedeutend schwieriger ist aber die Beurteilung der Lungentuberkulose, bedingt durch Inhalationsinfektion, beim Pflegepersonal (Schwestern) z. B. auf Tuberkulosestationen.

In diesem Zusammenhang sei kurz auf die derzeitige Auffassung über die Entstehung der Lungentuberkulose bei Erwachsenen hingewiesen.

Über die Entstehung der kindlichen tuberkulösen Erstinfektion der Lunge sind wir dank der Forschungen der vergangenen Jahrzehnte recht gut informiert. Dieser Erstinfekt führt bekanntlich zu der typisch pathologisch-anatomischen Veränderung, wie sie von Ghon und K. E. Ranke u. a. als Primärkomplex eingehend beschrieben wurde. Es ist bekannt, daß im jugendlichen Alter dieser primäre tuberkulöse Lungeninfekt bei unserer schon so reichlich mit der Tuberkulose in Berührung gekommenen Rasse verhältnismäßig wenig gefahrvoll ist und wenigstens jenseits des Kleinkindesalters nach den übereinstimmenden Angaben von pathologischen Anatomen und Klinikern als verhältnismäßig günstig anzusehen ist, d. h., daß er die Tendenz zur vollständigen Ausheilung hat. Anders liegen die Dinge bei Menschen völlig undurchseuchter Gegenden.

Abgesehen von der Wahrscheinlichkeit, daß wir von unseren Eltern doch schon einen gewissen Schutz gegen die Tuberkulose mitbekommen haben, zeigt sich die Tatsache, daß dieser erste Infekt den menschlichen Organismus immunisiert, wobei bezüglich des Grades dieser Immunisierung Möglichkeiten von 0 — Unendlich anzunehmen sind. Die meisten Menschen unserer Kultur machen nun gegen Ende ihrer Kindheit noch eine zweite Erkrankung an Tuberkulose durch, überwinden sie, und sind, obwohl sie vielleicht noch Trümmer dieser Zweitinfektion in sich tragen, praktisch als gesund anzusehen (Reinfektion). Ob und inwieweit dieser zweite Infekt klinisch in Erscheinung tritt, wissen wir nicht, wie auch der sog. Primärinfekt oft keine oder wenigstens keine charakteristischen Erscheinungen macht. Was die Infektionsentstehung anbetrifft, so wird sie von den meisten Forschern für beide Phasen als exogen angesehen.

Hier setzt nun die moderne Diskussion über die Entstehung der Lungentuberkulose des Erwachsenen ein. Nach Kutschera-Aichbergen und Makitra bestehen derzeit drei verschiedene Meinungen über die Entstehung der Phthise des Erwachsenen:

1. Sie entsteht endogen aus dem proliferierenden Primärkomplex,
2. sie entsteht als Folge exogener Superinfektion ohne Beteiligung des Primärkomplexes,
3. sie entsteht häufig endogen, selten exogen.

K. E. Ranke vertritt die Ansicht, daß die Wahrscheinlichkeit der Entstehung der isolierten Phthise durch nachträgliche exogene Infektionen sehr groß ist und hält sie für wesentlich unabhängig vom Primärkomplex. Dabei läßt er die Entscheidung, ob das Auftreten einer tuberkulösen Erkrankung die Folge einer neuen Infektion oder nicht ist, offen.

Es sei hier noch hingewiesen auf die so zahlreich zitierten Begriffe: Reinfektion und Superinfektion. Hierüber gehen die Auffassungen der verschiedensten Autoren sehr auseinander. Hamburger sagt dazu: „Unter Reinfekt wolle man die neuerliche Ansteckung nach völliger Heilung einer Krankheit verstanden wissen, unter Superinfektion neuerliche Ansteckung bei noch währender Krankheit." Redeker spricht von Superinfektion im Sinne jeder Neuaufnahme von Tuberkelbazillen nach erfolgter Erstaufnahme. Aschoff bezeichnet als Reinfektion jede tuberkulöse, von außerhalb der Lunge stammende Neuinfektion, oder jeden Herd, der sich nach Ablauf der Primärinfektionsperiode neu bildet. A. Albert unterscheidet bei der exogenen Reinfektion zwischen „der Reinfektion im engeren Sinne", d. h. der zweiten Infektion mit demselben Erreger nach völligem Abheilen der esten Infektion (bei gleichem Krankheitsverlauf) und „der Superinfektion", d. h. der zweiten Infektion mit demselben Erreger bei noch nicht völlig abgelaufener Erstinfektion. Ähnlich nennt F. Ickert Superinfektion, „die Neuinfektion bei noch nicht ausgeheilter oder überwundener vorheriger Infektion oder Reinfektion." Nach J. E. Kayser-Petersen ist der Arzt sehr oft nicht in der Lage zu entscheiden, in welchem Zustand den Körper eine zweite Infektion trifft und ob zu dieser Zeit der Organismus noch lebende Bazillen enthält oder nicht. Es wäre demnach zweckmäßig, jede Neuaufnahme von Tuberkelbazillen nach erfolgter Erstaufnahme und Erstherdbildung als Superinfektion zu bezeichnen.

Über diese verschiedenen Meinungen der Entstehungsbedingungen der Lungentuberkulose des Erwachsenen ist nach Rosenkranz die pathologische Anatomie bei Berücksichtigung aller Kriterien bis heute noch nicht in der Lage, Klarheit zu schaffen. Sie kann nicht angeben, wie groß der Prozentsatz der Reinfektion mit sicher endogener oder exogener Entstehung ist. Beitzke wie auch Aschoff sprechen der exogenen Infektion eine größere Bedeutung zu und stehen auf dem Standpunkt, daß die Frage, wie oft exogen und wie oft endogen für viele Fälle aus dem pathologisch-anatomischen Befund nicht beantwortet werden könne, und Reichenbach betont, daß die Beobachtung der Lebenden hierüber mehr Aufschluß geben könnte. Wie schon erwähnt, wird der Grad der durch die Erstinfektion erworbenen Immunität immer die ausschlaggebende Rolle bei dem Verlauf der Krankheit spielen. Durch ein Schwanken dieser

Immunitätslage, sei es durch innere oder äußere Umstände bedingt, wird der Organismus in seiner Widerstandskraft jeweils einmal der exogenen Reinfektion, andererseits einer Neuwucherung der im Körper befindlichen Bazillen unterliegen können.

Es ist von größtem praktischem Interesse, auch im Hinblick der Feststellung einer Berufskrankheit zu wissen, ob für den Erwachsenen für das Entstehen der Lungentuberkulose das exogene Moment eine größere Bedeutung hat als das endogene; denn je nach Lage dieser Erkenntnis müssen sich die verschiedensten Formen und Möglichkeiten der Schutzmaßnahmen zur Verhütung dieser bedeutsamen Seuche ergeben.

II. Statistik der Berufstuberkulose des Kranken-Pflegepersonals.

Die Morbidität und Mortalität an Lungentuberkulose der im Heilberuf tätigen Pflegepersonen hat schon seit langem sowohl das Interesse der Wissenschaftler als auch das der Praktiker hervorgerufen. Schon vor dem Weltkriege wurde in Deutschland zum ersten Male von Hamel die Frage nach der Erkrankungshäufigkeit beantwortet. Er stellte fest, daß die Tuberkuloseerkrankungen des Heil- und Pflegepersonals in den Sonderstationen für Tuberkulöse viermal häufiger vorkamen als bei den Beschäftigten anderer Abteilungen allgemeiner Krankenhäuser. Dornedden fand durch umfassende statistische Erhebungen aus dem gesamten Deutschen Reiche von den Jahren 1906/10 und 1928/31, daß die prozentuale Erkrankungshäufigkeit des Heil- und Pflegepersonals, auch des Fürsorgepersonals, im Vergleich zu der des gesamten Volkes größer, die Sterbeziffer dagegen um die Hälfte geringer ist. Letztere Tatsache erscheint begreiflich, da zweifellos die Mehrzahl der Erkrankungsfälle des Heilpersonals im Frühstadium erkannt werden und, weil sie unmittelbarer ärztlichen Kontrolle unterstehen, außerdem einer regelmäßigeren und damit intensiveren Behandlung zugänglicher gemacht werden können als es bei Erkrankungen der Allgemeinbevölkerung der Fall sein dürfte. Auch geht aus Dornedden's Aufstellungen hervor, daß die früher sehr hohe Tuberkulosedurchseuchung des Pflegepersonals insgesamt sich in letzter Zeit doch allmählich den Graden bei der Gesamtbevölkerung nähert; denn inzwischen sind ja Schutz- und Überwachungsmaßnahmen, Arbeitszeitregelung usw. immer mehr verbessert worden. Immerhin war die Morbiditätsziffer des Gesamtpersonals etwa viermal so groß wie die preußische Tuberkulosemorbidität nach den sanitätspolizeilichen Meldungen aus den Jahren 1929/31, wobei allerdings berücksichtigt werden muß, daß die Erkrankungen des Heil- und Pflegepersonals vermutlich weit genauer beobachtet und erfaßt worden sind, als es bei den sanitätspolizeilichen Meldungen der Fall war.

Die Erhebungen Dornedden's vom 1. 12. 1928 bis 30. 9. 1931 erstreckten sich auf 2 113 Krankenanstalten = 87,9 % (287 fielen aus) der im Reiche vorhandenen (außer Saargebiet) und 716 Tuberkulose-Fürsorgestellen = 88,4 % (99 fielen aus).

Es ergaben sich folgende Zahlen:

Tabelle 1

(nach Dornedden: Tabelle 13 und 14)

Zahl des untersuchten und tuberkulosekrank befundenen Heilpersonals der Jahre 1928/31.

Untersucht	Personal	tbc-Krank	in %
7274	Heilpersonen*)	503	6,9
7414	Ev. Ordensschwestern	842	11,3
9206	Kath. „	969	10,5
9425	Sonstige Verbandsschwestern	893	9,5
14335	andere männl. Pflegepersonen	879	6,1
24819	„ weibl. „	1609	6,5
2585	Labor.- u. Wirtschaftspersonal	283	10,9
75058	Insgesamt	5978	7,97

*) Anstalts- und Fürsorgeärzte, sowie Medizinalpraktikanten.

Was die Neuerkrankungen an Tbc. in der Zeit vom 1. 12. 28 bis 30. 9. 31 anbetrifft, so trafen auf die rd. 75 000 im Jahre 1928 untersuchten Heil- und Pflegepersonen in den folgenden 3 Jahren insgesamt 1 060 Neumeldungen, das sind jährlich 353 oder 4,7 auf 1 000 Personen. In 401 Fällen handelt es sich um geringe, in 464 um mäßige, in 133 um ausgedehnte Lungentuberkulose und in 62 Fällen um Tbc anderer Organe. Dabei hatten einen besonders großen Krankenzugang die Ärztinnen, ev. Ordensschwestern und sonstigen Verbandsschwestern, während die Neuerkrankungen bei den anderen Pflegepersonen und auch bei den kath. Ordensschwestern vergleichsweise seltener waren. Bemerkenswert ist hierbei, daß die Krankenzugänge bei dem Tuberkulöse pflegenden Personal besonders in der jüngsten Altersklasse im allgemeinen zahlreicher war als bei den übrigen Personen.

Interessant ist für die Beurteilung der Erkrankungshäufigkeit der untersuchten Personen insgesamt und des Tuberkulöse pflegenden Personals ein Vergleich der vorliegenden Ergebnisse mit denen der Erhebung von 1906/10:

Tabelle 2

(nach Dornedden: Tabelle 23)

Tbc.-Erkrankungshäufigkeit des Heil- und Pflegepersonals 1906/10 und 1928/31 (auf je 1000 Heil- und Pflegepersonen trafen im Jahresdurchschnitt Tbc.-Erkrankungen insgesamt):

bei den	bei Personal insgesamt			bei Tbc pflegendem Pers.		
	1906/10	1928/31	1928/31 in % zu 1906/10	1906/10	1928/31	1928/31 in % zu 1906/10
Anstaltsheilpers.	3,7	2,8	75,7	11,4	7,2	63,2
Schwestern	6,1	6,7	109,8	12,0	12,2	101,7
Andere Pflegepersonen:						
männl.	3,8	2,8	60,5	6,3	5,7	90,5
weibl.	9,5	3,9	30,5	16,9	3,4	20,1

Im allgemeinen hat hiernach die Tbc-Morbidität erheblich abgenommen, nur die Schwestern bilden eine beachtliche Ausnahme. Man wird die Ursache hierfür wohl kaum in einer Verschlechterung der gesundheitlichen Verhältnisse gegenüber der Zeit von 1906/10 erblicken können, wie auch das von Dornedden angeführte Argument einer genaueren Erfassung der Erkrankungsfälle in jüngster Zeit keine ausschlaggebende Klärung bedeuten dürfte; denn ihm gegenüber steht ja die Tatsache der erfreulichen Abnahme der Erkrankungen bei anderen Personen. Vielmehr wird bei den Tuberkulöse pflegenden Schwestern das Moment der Gefahrenhäufung oder aber die Tatsache eines besonderen Infektionsmodus zu berücksichtigen sein, Faktoren, auf die später noch eingegangen werden soll.

Sehr wichtig zur Beleuchtung der Erkrankungshäufigkeit bei Schwestern ist die Frage nach der Beziehung zwischen Lebensalter und Erkrankung. Wenn Dornedden feststellen konnte, daß in der Altersstufe 25—49 Jahre die Tbc-Erkrankungsfähigkeit beim Personal in Tbc-Abteilungen Spitzenstellungen einnahmen und etwa das Zwei- bis Dreifache gegenüber dem Personal anderer Abteilungen betrug, in der Altersstufe unter 25 Jahren und über 50 Jahren ziemlich gering war, so konnte andererseits Kreuser nach Mitteilungen der Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege die Beobachtung machen, daß von 280 anerkannten Schadenfällen durch Lungen-Tbc sich 181 im Alter bis zu 29 Jahren, 81 im Alter bis zu 39 Jahren und 18 im Alter bis zu 59 Jahren befunden haben. Braeuning teilt in einer älteren Zusammenstellung folgende Zahlen mit:

Tabelle 3
(nach Kreuser)

Verteilung der Erkrankungshäufigkeit des Krankenpflegepersonals nach Lebensalter.

Beschäftigungsart	Summe	Tbc-krank	Unter 30 Jahren Summe	krank = %	30—40 Jahre Summe	krank = %	über 50 Jahre Summe	krank = %
Tbc-Pflegende	533	142=26,7%	183	45=24.5%	279	78=28.2%	73	17=33,3%
Andere Kranke Pflegende	2667	195= 7,3%	974	70= 7,3%	1030	81= 8,0%	269	14= 5,2%

Bei der Betrachtung dieser Zahlen ist es im Gegensatz zu Kreusers Angaben auffallend, daß die im mittleren Alter stehenden Pflegepersonen am häufisgten von der Lungen-Tbc durch den Beruf befallen werden. Es wäre ja denkbar, daß gerade in diesem Lebensabschnitt die durch den im Jugendalter durchgemachten Primärkomplex erworbene Immunität zum Erlöschen kommt und diese so geänderte Resistenzlage gegebenenfalls eine durch neuerliche Infektion ausbrechende Krankheit zustande kommen läßt.

Was die Mortalität der Berufserkrankungen mit Tbc bei Schwestern anbetrifft, so konnte den umfangreichen Feststellungen Kreusers entnommen werden, daß in den letzten 10 Jahren dieselbe erheblich gesunken ist und wahrscheinlich auch weiter im Absinken begriffen ist. Dagegen befindet sich die Morbidität in stetigem Anwachsen. H. Kramer berichtete 1934 von 25 Schwestern, die innerhalb von 5 Jahren in einer Sonderstation für Lungentuberkulöse arbeiteten. Während dieser Zeit erkrankten von ihnen 4, das sind 16 % an Lungen-Tbc, während von 225 Schwestern der allgemeinen Stationen derselben Krankenanstalt während dieser 5 Jahre 2 an Tbc erkrankten, das sind nicht ganz 1 %. Auf beiden Abteilungen waren die Schwestern gesundheitlich gleichgestellt, d. h. Verpflegung, Hygiene und Dienstzeit waren in beiden Stationen gleich gut.

Kreuser hat aus den Schadenfällen der Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege ermitteln können, daß von 2508 Fällen von Berufskrankheiten in den Jahren 1929/33 2375 Infektionskrankheitsfälle waren, unter ihnen allein 26,3 % an Lungen-Tbc. Bei Prüfung der Entschädigungskosten der Berufsgenossenschaft gegenüber den Gesamtunfällen und Berufskrankheiten in den Jahren 1929/33 hat Kreuser ermitteln können, daß dem Anteil von 8,4 % der Berufskrankheitsfälle ein Kostenanteil von 20,7 % entspricht, wobei bei Lungen-Tbc dem Erkrankungsanteil von 26.3% ein Kostenanteil von 69,3 % entspricht. Die Lungen-Tbc ist also wirtschaftlich und damit für das Pflegepersonal auch sozial die weitaus bedeutsamste Berufskrankheit der Berufsgenossenschaft.

III. Fälle von Lungentuberkulose beim Krankenpflegepersonal einer beobachteten Tuberkulosestation.

In den Jahren 1929/37 gelangten bei der hiesigen Unfallmeldestelle der klinischen Universitätsbetriebe 4 später gutachtlich als Berufserkrankung anerkannte Fälle von Lungen-Tbc bei Pflegepersonal zur Meldung, die sich sämtlich in der von mir beobachteten Tbc-Station des Betriebes ereigneten. Es handelt sich hierbei um eine Sonderstation mit 26 Betten, für nur Lungentuberkulöse, die von jeweils 3 Schwestern mit entsprechendem Hilfspersonal versorgt werden.

Fall 1. J. St., Schwester.

Vorgeschichte, Alter usw. lassen sich mangels Unterlagen — Pat. wurde nicht in der Klinik behandelt — nicht anführen. Laut Schriftsatz der amtlichen Unfallversicherungsstelle M vom 13. 10. 1932 hat sich Schwester J. „infolge ihrer Tätigkeit auf der hiesigen Tuberkulosestation" eine als Berufserkrankung anerkannte Lungentuberkulose zugezogen. Erkrankungstag: 23. 12. 29. Es ließ sich leider im hiesigen Verwaltungsbüro jetzt nicht mehr feststellen, wie lange St. auf der Tuberkulosestation damals gearbeitet hat und wann sie überhaupt Halle verlassen hat. Es können daher lediglich nur die in dem zufällig vorgefundenen Schriftsatz angeführten Daten wiedergegeben werden. 23. 12. 29 bis 29. 1. 1930 krank und in ärztlicher Behandlung in ihrer Wohnung. 30. 1. 1930 bis 4. 3. 1930 Heilstättenbehandlung im Harz. Im April 1932 wurde das Leiden als Berufsschaden anerkannt. Ab 6. 9. 30 60 % erwerbsunfähig, ab 1. 3. 32 100 % erwerbsunfähig, ab 1. 5. 32 50 % erwerbsunfähig.

Ein Gutachten vom 8. 8. 32 schildert Patientin wie folgt: Früher immer gesund und kräftig gewesen. Kurz vor dem Antritt einer neuen Arbeitsstätte am 1. 3. 31 trockene Rippenfellentzündung. Kurz nach Aufnahme der Arbeit Rippenfellentzündung mit Exsudat. Wochenlang bettlägerig, immer Temperaturen, rasche Ermüdbarkeit, Kurzatmigkeit. Patientin wenig kräftig. Röntgenbefund ergibt in beiden Lungen stecknadelkopfgroße tuberkulöse Infiltrate produktiven Charakters. Spitzenhilusbahn verbreitert, Adhäsionen im linken Pleurasinus. Außerdem läßt sich eine Erkrankung der Hilusdrüsen feststellen. Der tuberkulöse Prozeß war die Ursache häufiger Rippenfellentzündungen, die die Patientin immer wieder ans Bett fesselten; während dieser Zeit war sie immer zu 100 % erwerbsunfähig, in der Zwischenzeit 50 %ige Erwerbsbeschränkung.

Da mir bei diesem Fall die nötigen Unterlagen fehlten und auch nicht beizubringen waren, ist es unmöglich, auf die kausalen Zusammenhänge der Erkrankung einzugehen; wir müssen uns also lediglich mit der im Gutachten getroffenen Feststellung einer Berufserkrankung begnügen.

Fall 2. A. H., Lernschwester, 29 Jahre alt.

Mit 13 Jahren leichte Lungenentzündung gehabt, danach immer gesund gewesen. Vom Oktober 1928 an war H. Hilfsschwester. Mitte März 1929 wurde von ihrer Lunge eine Röntgenaufnahme gemacht, da H. in der Tbc-Station arbeiten sollte. Da kein irgendwie bedenklicher Befund zu erheben war, arbeitete sie vom 25. 3. 29 bis 25. 7. 29, also 4 Monate auf der Tbc-Station

und wurde dann, wie üblich, auf eine andere Station versetzt. Am 20. 10. 29 „erkältete" sie sich und fühlte sich matt und fiebrig. Am 25. 10. legte sie sich zu Bett. Temp. 39,2. Am 29. 10. Aufnahme in die Klinik wegen Pleuritis exsudativa und Verdacht auf ein tuberkulöses Frühinfiltrat. Am 17. 2. 30 wird Anzeige über eine Berufserkrankung — produktive, cirrhotische Lungen-Tbc beider Oberfelder und des rechten Mittelfeldes — erstattet. Es wurden durch den Tierversuch Tuberkelbazillen nachgewiesen. Vom 28. 2. 30 bis 28. 6. 30 Heilstättenkur. Dabei gute Erholung, anschließend 40 %ige Erwerbsbeschränkung. Anschließend war H. wieder tätig als Lernschwester. Vom 25. 3 bis 21. 4. 31 wieder stationäre Behandlung wegen akuter Bronchitis und Gefahr des Wiederaufflackerns des tuberkulösen Prozesses. Im Herbst 1931 fühlte sie sich wieder ganz wohl und kräftig, ermüdete allerdings noch leicht. In der rechten Seite hatte sie noch ab und zu Schmerzen, sonst keine Beschwerden außer wenig Husten und manchmal geringem Schwitzen. Kaum noch Auswurf.

Es handelte sich also bei dieser Patientin um ein tuberkulöses Frühinfiltrat mit tuberkulöser Pleuritis exsudativa. Als Folgen blieben Verschwartungen des Rippenfells zurück. Jedoch fehlten Ende 1931 überzeugende Anhaltspunkte für noch einen aktiven bestehenden tuberkulösen Prozeß: Der spärliche, schleimige Auswurf enthielt keine Bazillen mehr, Blutkörperchensenkung nicht mehr beschleunigt, Temp. normal. Allgemeinzustand war sehr gut, so daß eine Einschränkung der Erwerbsfähigkeitt nicht mehr vorlag.

Dieser Fall zeigt, daß eine nachweisbar zuvor gesunde Schwester durch eine viermonatige Tätigkeit in einer Tbc-Station etwa 3 Monate nach Verlassen dieser Arbeitsstelle in typischer Weise, grippeartig, an Lungen-Tbc erkrankte. Nach allgemeiner Erfahrung nimmt man einen zeitlichen Zusammenhang zwischen Infektion bzw. Wiederinfektion und den ersten klinischen Erscheinungen an, wenn letztere nicht früher als 2—3 Monate und nicht später als 2 Jahre nach der vermeintlichen Infektion bzw. Wiederinfektion auftreten. Hier ist der zeitliche Zusammenhang gewahrt.

Fall 3. M. B., Lernschwester, 22 Jahre alt, war in den hiesigen klinischen Betrieben vom 4. 4. 34 bis 1. 4. 36 beschäftigt. Sie ist angeblich früher immer gesund gewesen und, bevor sie Schwester wurde, nicht wissentlich mit Tbc in Berührung gekommen. Die Großmutter soll an Lungen-Tbc. gestorben sein, allerdings schon lange vor der Geburt der B. Bei Eintritt in die klinischen Betriebe 1934, als Krankenpflegeschülerin, wurde sie geröntgt. Sie hat dann in den verschiedensten Kliniken in denen Nichttuberkulöse behandelt wurden, gearbeitet.

Von Oktober 1935 bis Ende März 1936 hatte sie bisweilen von 20 bis 22 Uhr auf der Tbc-Station auszuhelfen. Januar/Februar 1936 übernahm sie für 3 Wochen die Nachtwache in dieser Tbc-Station. Während ihrer Tätigkeit dort mußte sie Handreichungen machen, Kranke gelegentlich aufrichten, ihnen beim Wäschewechseln helfen usw. Ende März 1936 schied sie aus dem hiesigen klinischen Betriebe aus. Eine Röntgenuntersuchung wurde damals nicht vorgenommen. Sie verlebte anschließend 4 Wochen Ferien zu Hause und fühlte sich wohl.

Vom 4. 5. 36 bis 6. 6. 36 arbeitete sie auf einer Frauenstation im Krankenhaus St. Dort wurde sie anläßlich ihrer Einstellung Mitte Mai 1936 geröntgt, wobei sich als Befund links, von der ersten bis dritten Rippe seitlich, eine mitteldichte, weichfleckige, z. T. härtere Verschattung ergab. Die Patientin gab an, vom Bestehen bzw. Beginn der Erkrankung nichts gemerkt zu

haben. Sie machte dann im Herbst eine Heilstättenkur durch, war anschließend zu Hause, arbeitete nicht und fühlte sich zur Zeit der Befunderhebung (März 1937) beschwerdefrei und hatte keinen Auswurf.

Gutachtlich wurde das Leiden als Berufserkrankung — Tbc II. Grades, die aktiv war und im Ausheilen begriffen scheint — beurteilt. Auf Grund der zurzeit bestehenden erhöhten Blutsenkung — 16 mm p. Stunde nach W. — besteht aber die Möglichkeit, daß die Herde noch aktiv sind. Bis Ende März 1937 wird die Patientin für 100 %ig arbeitsunfähig angesehen.

Auch in diesem Fall handelt es sich um eine Schwester, die, bevor sie ihre Arbeit als Pflegerin in der Tbc-Station antrat, scheinbar gesund war, jedenfalls ließ sich das Gegenteil nicht nachweisen. Auch der Termin des Auftretens des tuberkulösen Frühinfiltrates, etwa 3 Monate nach Verlassen der Station, spricht dafür, daß die Infektion zeitlich mit ihrer Tätigkeit auf der Tbc-Station in Zusammenhang gebracht werden kann. Ob bei der Patientin eine konstitutionelle Disposition für Lungen-Tbc vorlag (Großmutter starb auch an Tbc), kann hier nicht entschieden werden.

Fall 4. G. M., Schwester, 24 Jahre alt.

Aus der Vorgeschichte ist anzuführen, daß familiäre Erkrankungen, speziell Tbc, nicht vorliegen. Die Pat. selbst hat als Kind neben häufigen Erkältungskrankheiten Windpocken, Diphtherie, Typhus und Masern durchgemacht. Mit 20 Jahren wurde sie wegen einer Mandelentzündung, verbunden mit einer Nierenentzündung, stationär behandelt. Gelegentlich der Abschlußprüfung als Säuglingsschwester wurde die Pat. im August 1934 geröntgt, wobei sich kein pathologischer Befund an den Lungen ergab. Pat. hat sich zu dieser Zeit auch immer gesund gefühlt. Im Mai Juni, sowie im November 1936, hatte sie als Nachtschwester auf der Tbc-Station gearbeitet. Gelegentlich einer Röntgenkontrolle am 25. 1. 1937 wurde bei der Pat. ein Krankheitsprozeß an der rechten Lunge festgestellt, woraufhin am 30. 1. 1937 stationäre Behandlung einsetzte. Die Pat. fühlte sich völlig beschwerdefrei, hatte nur wenig Husten und Auswurf, keine Nachtschweiße.

Bei der Untersuchung hatte sie ein Gewicht von 59 kg, bei einer Größe von 1,74 cm. An den Lungen ergaben sich keine krankhaften Veränderungen mit Ausnahme eines Bezirkes an der rechten Lunge hinten, wo in Höhe der Schulterblattmitte einzelne, nicht klingende, kleinblasige Rasselgeräusche festgestellt werden konnten. Atemgeräusch und Klopfschall waren sonst über beiden Lungen normal. Die röntgenologische Untersuchung zeigte in der rechten Lunge in Höhe der Schulterblattmitte einen peripher gelegenen, etwa 5 Markstückgroßen, ziemlich weichen Schatten mit einzelnen dichteren Stellen.

Die Körpertemperatur war während der Zeit vom 30. 1. bis 9. 2. 37 gelegentlich etwas erhöht, höchste Temperatur 37,3° axillär. Die Blutsenkung betrug nach W. am 4. 2. 24 mm p. Stunde. Der spärliche, schleimig eitrige Auswurf enthielt sichere Tuberkelbazillen in geringer Zahl. Am 8. 2. 37 betrug ihr Körpergewicht 61,4 kg. Am 5. 3. 37 wurde Schwester G. M. aus der stationären Behandlung zwecks Überweisung in eine Heilstätte entlassen, wo sie sich zur Zeit der Befunderhebung noch aufhielt.

Bei Betrachtung der Daten der Vorgeschichte ergibt sich, daß Schwester G. M. im August 1934 noch keine Tbc der Lungen hatte. Die am 25. 1. 37 festgestellten krankhaften Veränderungen der Lunge — einschmelzendes, tuberkulöses Frühinfiltrat — müßten also in der folgenden Zeit erst aufgetreten sein. Da es sich bei diesen Veränderungen nach den klinischen und röntgenologischen Befunden um einen ziemlich frischen tuberkulösen Prozeß handelte, wird in einem Gutachten der Med. Klin. vom 5. 4. 37 in An-

betracht der Tätigkeit der Schwester auf der Tbc-Station im Mai, Juni und November 1936 und mit Rücksicht auf die Art der tuberkulösen Veränderungen und die Zeit ihres Auftretens ein ursächlicher Zusammenhang der Erkrankung mit der Tätigkeit auf der Tbc.-Station angenommen.

Damit ist das Urteil über das Bestehen einer Berufserkrankung gesprochen, wenngleich die Möglichkeit einer außerdienstlichen, bereits in der Zeit vom August 1934 bis Mai 1936 stattgehabten Infektion nicht bestritten werden kann. Letztere Erwägung wird zwar vom versicherungsrechtlichen Standpunkt aus bedeutungslos sein, da in dieser fraglichen Zeit keine Röntgenkontrollaufnahme erfolgt ist.

Charakteristisch ist bei allen vier hier beobachteten Fällen von Berufs-Lungen-Tbc die gute Tendenz zur Ausheilung, zweifellos bedingt durch rechtzeitiges Erkennen der Erkrankung und sofort einsetzende intensivste Behandlung.

Im Zusammenhang mit der Feststellung von Berufs-Lungen-Tbc bei Schwestern einer Tbc-Station mache ich mir im folgenden auf Grund eigener Beobachtungen und durch experimentelle Studien zur Aufgabe, einen Beitrag zur Klärung des Infektionsmodus der Lungentuberkulose obiger vier Fälle zu liefern.

IV. Tuberkulose durch Staub- und Tröpfcheninfektion.

Bei der Beantwortung der Frage nach den wichtigsten Wegen der Übertragung der Tbc auf den erwachsenen Menschen stehen sich bezüglich der Infektion auf dem Inhalationswege noch immer zwei Anschauungen gegenüber. C. Flügge und seine Schule sprechen eine überragende Bedeutung der Tröpfcheninfektion zu, während auf der anderen Seite Br. Lange der Staubinfektion höhere Bedeutung zukommen läßt. Über beide Theorien sind sowohl schon um die Jahrhundertwende als auch in neuerer Zeit eingehende Untersuchungen angestellt worden, und doch erhält man bei Sichtung der zahlreichen Literatur den Eindruck, daß es zu einer eindeutigen Lösung des Problems zugunsten der einen oder anderen Theorie bisher noch nicht gekommen ist. Beide Anschauungen sind sich darüber einig, daß es sowohl zu einer Aspiration feinster, beim Husten versprühter Sputumtröpfchen, wie auch zu einer Inhalation flugfähigen Staubes kommen kann. In welchem Maße jedoch Tröpfchen oder Stäubchen bazillenführend sind, und in welchem Umfange beide zur Aspiration gelangen, bleibt immer die Streitfrage.

Flügge hat seinerzeit wie auch Sticher, Neißer und Beninde schon versucht, durch zahlreiche Experimente die Möglichkeiten der Staubinfektion einerseits, die der Tröpfcheninfektion andererseits zu erörtern und zu untersuchen und gelangte zu der Auffassung, daß mit der Möglichkeit beider Modi zu rechnen ist, wobei er aber der Tröpfcheninfektion die maßgebendere Bedeutung zuschrieb, weil nach seiner Berechnung von inhalierten Bazillen im Staub nur 4 %, in Tröpfchen jedoch 30 % in die Lungen gelängen, und es sich bei den Hustentröpfchen stets um frisches, infektiöses Material handelte.

Beweisend für die Infektiosität der Hustentröpfchen sind die Versuche von Hippke, Meerschweinchen durch hustende Phthisiker zu infizieren, und zwar besonders dann, wenn die Tiere dem Hustenstoß des Kranken durch fixierten Kopf direkt und häufig ausgesetzt waren. Der Prozentsatz war gering, wenn sie während des Hustens in ihrem Käfig Bewegungsfreiheit hatten. Viele Ergebnisse von Versuchen, wie sie mit künstlich erzeugten, feineren bazillenhaltigen Spraytröpfchen durchgeführt wurden, dürften wohl bei der Beurteilung der Fragen kaum berücksichtigt werden können, da diese Spraytröpfchen den Hustentröpfchen durchaus nicht gleichgesetzt werden dürfen, weil sie keine natürlichen Versuchsbedingungen darstellen; so gibt es auch noch keine Sprayapparatur, die eine Einstellung einer bestimmten Tröpfchengröße zuläßt. Zur Erläuterung der Frage der Staubinfektion stellte Cornet 1897 jenen bekannten Teppichkehrversuch an, in dem er staubvermengtes, tuberkelbazillenhaltiges Sputum in einen Zimmerteppich einrieb und ihn nach dreitägigem Trocknen mit einem Hofbesen in einem isolierten Raume abkehrte. Er hatte in verschiedener Höhe des Versuchsraumes 48 Meerschweinchen aufgestellt und es gelang bei 47 dieser Tiere eine Lungen-Tbc hervorzurufen. Cornet selbst hatte bei der Durchführung des Versuches Schutzkleidung und Schutzbrille angelegt und sich außerdem durch Anbringen von Wattebäuschen vor Mund und Nase weitestgehend vor Eigeninfektion gesichert. Trotzdem konnte er durch Verimpfung seines Nasenschleimes auf ein Meerschweinchen unmittelbar an den Anschluß des Versuches bei diesem eine Tbc hervorrufen. Ein schlagender Beweis für die Richtigkeit der Staubinfektionstheorie, wenngleich beachtet werden muß, daß die Versuchsbedingungen bezüglich der Infektionswahrscheinlichkeit im wirklichen Leben übertrieben wurden; denn andererseits wird von den Anhängern der Tröpfchentheorie die Arbeit von Heymann „Über die Verbreitung der Phthise durch Sputumstaub" angeführt, die beweisen soll, daß „der in den Wohnungen von Phthisikern gesammelte, Meerschweinchen intraperitoneal verimpfte flugfähige Staub nur in geringem Prozentsatz infektiös war" (8 %). Bei diesen Versuchen ist zu bemerken, daß Heymann das größte Bazillenreservoir, den Fußbodenstaub, nicht mit berücksichtigt.

Nun haben Br. Lange und seine Mitarbeiter in neuerer Zeit umfassende Studien zu beiden Problemen angestellt. Sie konnten feststellen, daß mit einer Aspiration feinster Hustentröpfchen und der dadurch bedingten primären Infektion der menschlichen Lungen zu rechnen ist. Dabei können aber niemals Tröpfchen über 100 μ, über 20 μ höchstens ausnahmsweise, die mannigfachen Hindernisse der menschlichen oberen Luftwege überwinden. Das Gros der bazillenführenden Bronchialtröpfchen zwischen 500 und 600 μ kommt für die Aspiration in die Lungen überhaupt nicht in Frage. Chancen für den Bazillengehalt der feinsten Tröpfchen (10–20 μ) sind wohl nur dann gegeben, wenn große Bazillenmengen sich im Bronchialsekret befinden. Genaue Verhältniszahlen sind mit Sicherheit bisher nicht fest-

gestellt worden. Jedoch kann diese Tröpfcheninfektion noch in anderer Weise vor sich gehen: in Nasen- und Rachenraum, oder sie setzen sich auf die Augenbindehäute, Lippen oder Gegenstände der Umgebung der Kranken und führen gegebenenfalls zur Kontaktinfektion. Größere Möglichkeit ist, daß die überall hin verstreuten, bazillenbeladenen Tröpfchen trocknen und mit feinem Staub in die Luft übergehen können. Die enorme Flugfähigkeit des feinsten Staubes ermöglicht ein stundenlanges freies Schweben in der Luft und er kann daher mühelos bis in die feinsten Bronchien und Alveolen eingeatmet werden. Die Hantierungen des täglichen Lebens lösen zweifellos von allen möglichen Gegenständen bazillenbehafteten Staub, und Lange folgert daher, daß die Infektionsgefahr damit sehr häufig und groß ist.

W. Strauß wendet sich in einer Entgegnung gegen diese Feststellung Lange's, indem er auf die geringe Schwebefähigkeit und die starke Verdünnung etwa feinverteilten Staubes hinweist. Er behauptet, daß Tuberkelbazillen schon durch 24 bis 48stündiges Trocknen erhebliche Schädigung und Virulenzabschwächung erleiden, was besonders noch bei der länger dauernden Austrocknung der Sputumtröpfchen als erschwerend berücksichtigt werden muß und Abschwächung der Infektionsgefahr bedeutet. Was die Größe der von Lange angegebenen inhalationsfähigen Tröpfchen anbetrifft, so lehnt Strauß die Beweiskraft der von L. darüber angestellten Versuche ab, weil sie nicht den Verhältnissen der menschlichen Luftwege entsprechen. Lange hatte mit einem gewundenen Glasrohr als Modell der menschlichen Luftwege experimentiert und dabei festgestellt, daß, je größer der Widerstand der Glasröhre, um so geringer die Zahl der größeren Tröpfchen war, und daß bei stärkstem Widerstand nur noch Tröpfchen von 20 μ und darunter durchgingen. Strauß beschäftigte sich mit Messungen von Hustentröpfchen und hat deren Größen mit dem Zeiß'schen Okular-Schraubenmikrometer ermitteln und feststellen können, daß die Mehrzahl der Hustentröpfchen zwischen 100 und 500 μ Durchmesser liegt, und daß „20 μ große Tröpfchen, die von Lange allein für die Lungeninfektion verantwortlich gemacht werden, so enorm selten sind, daß man sie als Zufallsprodukte betrachten kann." Strauß erklärt die 100 bis 500 μ großen Tröpfchen als mögliche Infektionsträger. Er versuchte nachzuweisen, daß diese mit der Objektträgermethode gemessenen Tröpfchen in Wirklichkeit kleiner sind, als sie sich auf dem Glase präsentieren. Die Ausbreitung eines Tröpfchens auf einer Glasfläche bzw. die Benetzung derselben hängt ab von der Oberflächenspannung der benetzenden Flüssigkeit, d. h., je größer die Oberflächenkraft, desto geringer die Benetzung und umgekehrt. Wassertröpfchen z. B. benetzen eine Glasfläche vollständig, Quecksilbertröpfchen dagegen garnicht. Entscheidend für die Ausbreitung der Wassertröpfchen ist der Grad der Säuberung der Glasfläche. Strauß hat diese Verhältnisse geprüft und gefunden, daß der Durchmesser eines Speicheltropfens beim Benetzen einer Glasplatte sich verdreifacht. Bei Übertragung seiner Untersuchungsergebnisse auf die Wirklichkeit kommt er demnach zu dem Schluß,

daß bei Berücksichtigung aller möglicher Faktoren „die Mehrzahl der Hustentröpfchen, die ihres großen Keimgehalts wegen für die Lungeninfektion des Menschen in Betracht kommen, liegt nicht zwischen 100 bis 500 μ, sondern zwischen 50 bis 250 μ, die Hauptmenge bei 70 bis 85 μ Durchmesser." Er hält die Inhalation solcher Tröpfchen für durchaus möglich und schließt sich daher den Lehren Flügge's an und zitiert mit ihm die äußeren Bedingungen für das Zustandekommen einer Tröpfcheninfektion:

1. direktes kräftiges Anhusten auf kurze Entfernungen,
2. Verstreuung kleiner Tröpfchen und Tuberkelbazillengehalt dieser Tröpfchen,
3. Inspiration des angehusteten Menschen.

Dazu kommen noch die inneren Bedingungen wie Disposition usw. und häufige Exposition des Gefährdeten.

Lange hat nun in „Weitere Untersuchungen über die Staubinfektion bei der Tuberkulose" darauf hingewiesen, daß die kleinen und kleinsten Mengen Sputum sehr schnell und vollständig trocknen, so daß sie bei den ja so häufigen Erschütterungen sich in Form von Staub ablösen. Von diesem Staub ist immer ein gewisser Teil flugfähig. Sehr erheblich ist dieser Anteil bei der von leinenen und wollenen Stoffen, wie Taschentücher, Bettwäsche und Kleidungsstücke sich ablösenden Staubmenge (dieselbe Feststellung fand ich bei den unten gemachten Beobachtungen bestätigt). Was die Tropfchen anbetrifft, die vom Fußbodenstaub gebunden werden, so werden sie ihre Bazillenmengen gröberen und feineren Staubteilchen aufladen. Falls diese aufgewirbelt werden, so kommt, wie Lange feststellte, nur ein relativ kleiner Teil als Staub in die Luft. Die größere Masse der Keime soll mit dem gröberen Staub wieder zu Boden gerissen werden.

Lange stellte ferner Untersuchungen darüber an, inwieweit beim Trocknungsprozeß mit einem Absterben und einer Virulenzabschwächung der Bazillen zu rechnen ist. Er hat dabei gefunden, daß Tuberkelbazillen sehr widerstandsfähig gegen Austrocknung sind. Selbst in dünnster Schicht, und dem Tageslicht ausgesetzt, blieb die beobachtete Zahl der lebenden Keime in den ersten 24 Stunden noch auf voller Höhe. Später sank sie nur ganz allmählich ab. Eine Abschwächung der Virulenz konnte innerhalb der geprüften Zeit von 18 Tagen nicht nachgewiesen werden.

Auch Kirstein stellte Versuche über die Dauer der Lebensfähigkeit von Tuberkelbazillen an flugfähigen Stäubchen an und kam zu folgenden Ergebnissen:

Tabelle 4
(nach Kirstein)

Dauer der Lebensfähigkeit von Tuberkelbazillen an bzw. innerhalb flugfähiger Stäubchen.

Material	Zeitpunkt des Absterbens der an flugfähigen Stäubchen haftenden Tuberkelbazillen nach der Zerstäubung*)
1. Mit feinsten tuberkelbazillenhaltigen Tröpfchen infizierter Aktenstaub . .	Zwischen 8 und 14 Tagen
2. Tuberkelbazillenhaltiger Sputumstaub	„ 4 „ 7 „
3. Tuberkelbazillenhaltige Kleiderfasern	„ 5 „ 10 „
4. Tuberkelbazillenhaltiger Straßenstaub	„ 3 „ 8 „

*) Die „links" stehende Zahl bedeutet noch positives, die „rechts" stehende dagegen negatives Resultat im Tierversuch.

Die Werte beziehen sich auf im diffusen Tageslicht gehaltene Stäubchen.

Lange bestätigte die Erfahrungen Cornet's, wonach bei Abschütteln von beschmutzten Tüchern, Klopfen von mit bazillenhaltigem Sputum beschmutzten Kleidungsstücken, Abwischen staubiger Holzbretter, ein Viertel aller exponierten Meerschweinchen von den Lungen aus infiziert wurden.

Ich habe hiermit das Wesentliche der über diese Probleme bestehende Literatur angeführt, und man wird ohne weiteres annehmen dürfen, daß beide Auffassungen, je nach Lage der Dinge, zu Recht bestehen. Bei einer Stellungnahme bedarf es jedoch einer Betrachtung der Verhältnisse, wie sie das tägliche, praktische Leben bietet. Hierbei geht es nicht an, daß nur die Möglichkeiten einer Infektion geprüft werden, sondern es muß unbedingt versucht werden, die Grenzen der Wahrscheinlichkeit einer Infektion festzulegen. Dabei wird einerseits die Masse des ausgeworfenen Bazillenmaterials von Bedeutung sein, andererseits wird die Art des Hustens der Bazillenstreuer oder das Maß der Zerstäubung des Sputums und die Menge des flugfähigen infektiösen Staubes eine ausschlaggebende Rolle spielen.

Unterziehen wir die praktischen Verhältnisse unseres Betriebes einer Prüfung zur Klärung des Infektionsmodus obiger beobachteter vier Fälle von „Schwesterninfektionen", so wird zunächst eine Feststellung von Wichtigkeit sein: Daß nämlich größere Sputummengen in Krankensälen heutzutage kaum noch verstreut werden, wohl aber unkontrollierbare Tröpfchen auf Wäsche und Fußboden, die, da sie schnell trocknen, die größte Gefahr bedeuten und sekundär als feinster Staub die Infektion machen können.

Ich konnte mich während meines Famulierens auf der hiesigen Tbc-Station und bei späteren Beobachtungen über die Arbeit und die täglichen Verrichtungen des Pflegepersonals orientieren und habe dabei festgestellt, daß im allgemeinen die „Anweisungen zur Ver-

hütung der Ansteckung mit Tuberkulose für in Anstalten tätige Krankenpflegepersonen", wie sie vom Reichsgesundheitsamt herausgegeben werden, beachtet und durchgeführt werden. Von dem gutgeschulten Personal ist, soweit beobachtet, anzunehmen, daß es im Umgang mit den Patienten die nötige Vorsicht walten läßt, da ja gemäß den „Anweisungen usw." die Gefahr der Hustentröpfchen zur Genüge bekannt ist. Auch was die Maßnahmen zur Beseitigung von Auswurf, Stuhl und Harn anbetrifft, so konnte ich sie als den hygienischen Ansprüchen entsprechend beobachten. Die geforderte Schutzkleidung (waschbare Leinenkittel) wird zu diesen obigen Maßnahmen stets angelegt. Was nun die Reinigung und Behandlung des Fußbodens anbetrifft, so konnte festgestellt werden, daß dieser täglich einmal mit feuchtem Lappen morgens — gewöhnlich ohne Desinfektionsmittel — manchmal mit geringem Zusatz aufgewischt wird. Die Menge des täglich morgens vorhandenen Fußbodenstaubes war gering, jedoch konnte ich mich davon überzeugen daß an den Tagen, da die Betten frisch bezogen worden waren (Montag und Dienstag) Staub in sehr großer Menge auf dem Fußboden anzutreffen war, ein Umstand, der wohl zu der Annahme berechtigte, daß dieser Staub zu 70—80 % durch die Hantierungen beim Bettenabziehen erzeugt wurde, bzw. aus der Bettwäsche stammte und durch den Arbeitsvorgang frei wurde. Seine Konsistenz — Wollfasern von Bettdecken, Leinenfasern von Bettüchern und Staubbestandteile aus Matratzen — läßt keine andere Möglichkeit zu.

V. Experimentelle Untersuchungen über das Vorkommen von Tuberkelbazillen im Fußbodenstaub von Krankenzimmern Tuberkulöser, im Bettwäschestaub Tuberkulosekranker und im Luftstaub von Krankenzimmern Tuberkulöser.

Von der Voraussetzung ausgehend, daß gerade die Bettwäsche von bazillenhaltigen Sputumtröpfchen beschmutzt sein könnte, die nun ihrerseits sich in Form feinen bazillenbeladenen Staubes ablösen könnten, entnahm ich zunächst mehrfach Proben dieses Fußbodenstaubes, um ihn auf den Gehalt von Tuberkelbazillen zu prüfen. Dabei sollte vorläufig unberücksichtigt bleiben, wie weit dieser evtl. bazillenhaltige Staub flugfähig, bzw., wie lange er flugfähig (inhalationsfähig) war, oder wie weit zur Zeit der Staubentnahme sich noch Material in schwebendem Zustand befand und in welchem Umfang dieses bazillenführend war.

Die Flugfähigkeit des Fußbodenstaubes an sich kann nicht bezweifelt werden, denn schließlich müssen die Teilchen ja auf dem Flugwege zum Fußboden gelangt sein.

Methodisch wurde so vorgegangen, daß eine bis eineinhalb Stunden nach dem Bettenabziehen, kurz vor der Reinigung des Zimmers, der sich inzwischen auf dem Fußboden angesammelte Staub mittels eines der kleineren elektrischen Staubsauger – deren System hinreichend bekannt ist – aufgesaugt wurde; gesaugt wurde jeweils 10

Minuten lang, wobei sich immer eine durchschnittliche Staubmenge von 30—50 g ergab.

Verarbeitung des Staubmaterials.

Je nach Verwendungszweck wurde der Staub behandelt:

1. zur Verimpfung auf Nährböden:
   a) Aufschwemmung des gesammelten Staubmaterials in 200 ccm einer 5 %igen Schwefelsäurelösung. 5 Minuten lang kräftiges Schütteln. Halbstündiges Zentrifugieren eines Teils der Suspension. Abgießen der Schwefelsäure. Verimpfung des Zentrifugates auf Nährböden.
   b) Aufschwemmung des Staubes mit 200 ccm einer 10 %igen Antiforminlösung. Einstündiges kräftiges Durchschütteln. Filtrieren der Suspension zur grobmechanischen Reinigung durch sterile Glaswolle. Einstündiges Zentrifugieren eines Teils des Filtrates bei mindestens 3000 Touren. Beseitigung des restlichen Antiformins durch mehrfaches Auswaschen des Zentrifugates mit 0,85 %iger steriler Kochsalzlösung. Verimpfung des Zentrifugates auf Nährböden, gegebenenfalls gleichzeitige Verwendung der mit Kochsalzlösung hergestellten Suspension zur Injektion im Tierversuch.
2. zur Injektion zum Tierversuch:
   Aufschwemmung und Durchschütteln des Staubes mit 0,85 %iger Kochsalzlösung. Filtrieren durch Glaswolle. Zentrifugieren eines Teils des Filtrates und zuletzt Aufschwemmung des Zentrifugates mit gerade soviel Kochsalzlösung, wie zur Injektion gebraucht wird.

Ergebnisse der Versuche mit Fußbodenstaub:

Tabelle 5

Verwendung des vorbehandelten Fußbodenstaubmaterials im Kulturverfahren.

Nr.	Zeit	Zahl	Entnahme-Zimmer	Positiv	Negativ	Verunreinigt	Vorbehandelt mit
1	19. 10. 36	4	190	1	3	—	H_2SO_4
2	20. 10. 36	4	188/193	—	4	—	Antiformin
3	7. 12. 36	6	188/193	2	4	—	Antiformin
4	11. 12. 36	6	190/194	—	4	2	H_2SO_4
5	12. 12. 36	3	188/193	3	—	—	H_2SO_4
6	15. 12. 36	4	190/194	—	3	1	Antiformin
7	5. 1. 37	4	190/194	—	4	—	Antiformin
	zusammen:	31		6	22	3	

Zu den Kulturversuchen wurde der Petragnani-Nährboden in Röhrchen verwandt, der sich aus Milch, Kartoffelmehl, Pepton, rohen Kartoffelstückchen, Eiern, Glyzerin und Malachitgrün (Hoechst) zusammensetzt.

Der Beginn des Koloniewachstums war verschieden. So zeigte sich in Probe 1 nach 4 Wochen, in Probe 3 nach 3 bzw. 5 Wochen, in Probe 5 nach 3 Wochen beginnendes Wachstum typischer Tuberkelbazillen-Kolonien. Die Diagnose „positiv" wurde in jedem Fall durch Austrich, Färbung und mikroskopischen Nachweis säurefester Stäbchen erhärtet. Bei Probe 3 wurde ein Kontrolltierversuch (M 102) angeordnet mit ebenfalls positivem Erfolg. Ein weiterer Kontrolltierversuch (M 120) von Probe 7 (Anfangs zweifelhaft) fiel negativ aus.

Tabelle 6

Verwendung des vorbehandelten Fußbodenstaubes im Tierversuch.

Nr.	Datum	Entnahme-Zimmer	Positiv	Negativ	Intercurrent verendet	Sektionsbefund	am:
1	20. 10. 36	188/193	M 987	—	—	positiv	10. 12. 36
2	20. 10. 36	188/193	M 988	—	—	positiv	
3	10. 11. 36	190/194	—	—	M 120	negativ	18. 12. 36
4	10. 12. 36	190/194	—	M 21	—	negativ	4. 1. 37
5	10. 12. 36	190/194	—	M 21	—	negativ	
6	7. 12. 36	188	M 63	—	—	positiv	27 1 37
7	7. 12. 36	188	M 64	—	—	positiv	
8	7. 12. 36	188	—	—	M 65	negativ	9. 12. 36
9	7. 12. 36	193	M 66	—	—	positiv	27. 1. 37
10	7. 12. 36	193	M 67	—	—	positiv	
11	7. 12. 36	193	M 68	—	—	positiv	
12	11. 12. 36	190/194	—	M 83	—	negativ	1. 2. 37
13	11. 12. 36	190 194	—	M 84	—	negativ	
14	11. 12. 36	190/194	—	M 85	—	negativ	
15	15. 12. 36	190/194	M 86	—	—	positiv	4. 2. 37
16	15. 12. 36	190/194	M 87	—	—	positiv	
17	15. 12. 36	190/194	M 88	—	—	positiv	
18	22. 12. 36	188/193	M 98	—	—	positiv	10. 2. 37
19	22. 12. 36	188 193	M 99	—	—	positiv	
20	22. 12. 36	188/193	—	—	M 100	negativ	27. 12. 36
21	8. 3. 37	190/193	M 227	—	—	positiv	28 4. 37
22	8. 3. 37	190/193	M 228	—	—	positiv	
23	8. 3. 37	190 193	—	M 229		negativ	
24	8. 3. 37	190/193	M 230	—	—	positiv	
25	23. 3. 37	193	M 269	—	—	positiv	23. 5. 37
26	23. 3. 37	193	M 270	—	—	positiv	
		Zusammen:	17	6	3		

Die Vorbehandlung des Staubes zum Tierversuch zwecks Injektion wurde in allen Fällen, wie oben angegeben, vorgenommen und hat sich als sehr brauchbar erwiesen; jedoch braucht der Staub nicht unbedingt mit eiweiß- oder faserauflösenden Lösungen wie Antiformin usw. vorbehandelt zu werden, um eine evtl. vorhandene Begleitflora zu vernichten (Schimmelpilze, Sporen usw.), weil der gesunde tierische Organismus sehr gut imstande ist, mit dieser fertigzuwerden. Dies beweist auch die relativ geringe Zahl der intercurrent verendeten Tiere. Andererseits ist zur Vorbehandlung die Anwendung einer 10 %igen Antiforminlösung bei einstündiger Einwirkungszeit natürlich dann durchaus gerechtfertigt, wenn Teile desselben Staubmaterials mit zur Beimpfung von Nährböden verwandt werden sollen. Bei den Versuchen Tabelle 6 Nr. 4 und Nr. 5 (M 21 und M 22) wurden 30 %ige bzw. 50 %ige Antiforminlösungen gebraucht, bei einer Einwirkungszeit von 45 bzw. 30 Minuten. Bei dem negativen Ausfall dieser beiden Versuche scheint der Verdacht berechtigt, ob nicht durch die Verwendung von so starkprozentigen Antiforminlösungen die etwa vorhanden gewesenen Tuberkelbazillen, wenn nicht abgetötet, so doch in ihrer Virulenz derartig geschwächt worden sind, daß sie nicht mehr imstande waren, den tierischen Organismus zu beeinflussen. Die Sicherheit dieser beiden Versuche ist daher anzuzweifeln. Bei den Versuchen Tabelle 6 Nr. 12, 13 und 14 handelt es sich ebenfalls um eine negativ ausgefallene Reihe (M 83, M 84 und M 85). Da der hierfür am 8. 12. 36 aufgefangene Fußbodenstaub bis zum 11. 12. 36 im Eisschrank stehen gelassen wurde, besteht die Möglichkeit, daß die etwa vorhanden gewesenen Tuberkelbazillen in dieser Zeit abgestorben sind.

Für die Tierversuche wurden durchweg kräftige, gesunde Meerschweinchen verwandt. Es wurden stets je 1 ccm der Staubsuspension subkutan in die Inguinalgegend injiziert. Die Versuchstiere wurden nach 7 Wochen getötet und seziert. Der pathologisch-anatomische Befund bei den „positiven" Tieren war durchschnittlich folgender: Stets vollständig ausgebildeter Primärkomplex — entzündlich tuberkulös-verkäsende Reaktion an der Impfstelle, Schwellung und tuberkulöse Verkäsung der aufsteigenden inguinalen, parailiacalen und abdominalen Lymphknoten — tuberkulös verkäsende Herde in der Milz. (Siehe auch Abbildung 1) Bei einigen Tieren hämatogene Aussaat. Der mikroskopische Nachweis säurefester Stäbchen (Tuberkelbazillen) wurde in jedem positiv bezeichneten Fall erbracht.

Bei Vergleich der Tabellen 5 und 6, über die Versuche mit Fußbodenstaub, sind die Ergebnisse des Versuches vom 20. 10. 36 (Tabelle 5 Nr. 2 und Tabelle 6 Nr. 1 und 2) sowie vom 15. 12. 36 (Tabelle 5 Nr. 6 und Tabelle 6 Nr. 15—17) auffallend. In beiden Fällen wurde Fußbodenstaub aus gleichen Zimmern entnommen und unter denselben Bedingungen vorbehandelt. Ergebnis: Kulturversuche fallen negativ aus, die entsprechenden Tierversuche sind dagegen positiv! Hieraus ist zu folgern, daß der Tierkörper das einzig zuverlässige

Beweismittel zum Nachweis von Tuberkelbazillen aus Staub ist, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß bekanntermaßen beim Meerschweinchen schon ein einziger Bazillus die Infektion auslösen kann, während im Kulturversuch mannigfache Fehlerquellen möglich sind.

Tabelle 7

Prozentuale Gegenüberstellung des Nachweises der Tuberkelbazillen aus Fußbodenstaub im Kulturverfahren und im Tierversuch.

Kulturverfahren	Tierversuch
19,3 % Positiv	65,4 % Positiv
71,0 % Negativ	23,1 % Negativ
9,7 % Verunreinigt	11.5 % Intercurrent verendet

Als Ergebnis der Untersuchungen über Fußbodenstaub kann also festgestellt werden, daß der auf den Fußböden von Krankenzimmern Tuberkulöser sich ansammelnde Staub in hohem Maße Tuberkelbazillen enthält; hierbei ist noch zu berücksichtigen, daß das zur Verimpfung bzw. zur Injektion gelangte Material lediglich nur einen geringen Prozentsatz des gesamten aufgefangenen Staubes darstellte, und letzterer wiederum nur ein winziger Teil des in den Krankenzimmern insgesamt vorhandenen Fußbodenstaubes war. Die Untersuchungsergebnisse sind demnach auf das entsprechend Vielfache zu übertragen.

Von praktisch größter Wichtigkeit ist nun die Beantwortung folgender Frage: Wie weit bedeutet dieser tuberkelbazillenhaltige Fußbodenstaub eine Gefährdung des auf solchen Stationen beschäftigten Personals?

1. Die Infektiosität und Aspirationsfähigkeit solcher Teilchen hängt zweifellos von der Art der Flugfähigkeit und der Menge der bazillenführenden Staubteilchen ab. Unterzieht man dabei die Arbeitsweise des Personals und der Schwestern solcher Krankenstationen einer Betrachtung, so lassen sich mancherlei Möglichkeiten und Ursachen einer Aufwirbelung des Fußbodenstaubes feststellen – sei es geschäftiges Hin- und Hergehen in den Zimmern während der „gefährlichen Zeit", Öffnen der Türen, wobei ja so oft Gegenzug entsteht, oder, daß im Winter durch aufsteigende Warmluftmassen von Zentralheizkörpern Luftströmungen entstehen – die Möglichkeit der Aufwirbelung von Fußbodenstaubteilchen, die gegebenenfalls natürlich bazillenbeladen, schwebend und damit inhalationsfähig sind, ist durch Hantierungen des täglichen Lebens immer gegeben.
2. Erscheint mir zur Beantwortung obiger Frage von besonderer Wichtigkeit die Herkunft des infektiösen Fußbodenstaubes zu sein. Es ist dabei einmal mit Sicherheit anzunehmen, daß bazillenbeladene, feinste Hustentröpfchen unmittelbar auf den Fußboden ge-

langen und sich mit dem dort schon befindlichen Staub mischen; andererseits werden von den Patienten aber in höherem Grade Kopfkissen und besonders Deckbetten und Bezüge behustet, wie wiederholt festgestellt werden konnte.

Aus der Erwägung heraus, daß diese Tröpfchen dort schnellstens antrocknen und sich gegebenenfalls beim Abziehen der Bezüge in Form feinster bazillenbeladener Stäubchen lösen könnten, aufgewirbelt, und nun langsam zu Boden sinkend den Fußbodenstaub infektiös machen könnten, stellte ich Untersuchungen über das Vorkommen von Tuberkelbazillen im Bettwäschestaub an. Zu diesem Zwecke bediente ich mich wiederum des zu obigen Versuchen schon benutzten Staubsaugers.

Es wurde ein Zimmer der Tbc-Station gewählt, welches mit 5 schwerkranken, bazillenstreuenden Patienten belegt war.

Methodik: Während die Schwester mit dem Abstreifen der Bettbezüge von den Bettdecken beschäftigt war — ein Vorgang, der mit sichtbarer Staubwolkenentwicklung einhergeht —, wurde die Saugröhre des Staubsaugers in unmittelbare Nähe der betreffenden sich in Bewegung befindlichen Wäschestücke (Kopfkissenbezug, Bettdeckenbezug und Bettlaken) gebracht. Arbeitsdauer bei 5 Betten 35 Minuten, gesammelte Staubmenge etwa 10 g in dieser Zeit. Der Staub wurde wieder – wie üblich – in Kochsalzlösung aufgeschwemmt, die Suspension durch Glaswolle filtriert, das Filtrat zentrifugiert. Das Zentrifugat wurde dann mit soviel Kochsalzlösung aufgeschwemmt, wie gerade zur Injektion gebraucht wurde (je 1 ½ ccm subkutan). Nachfolgende Tabelle zeigt das Ergebnis.

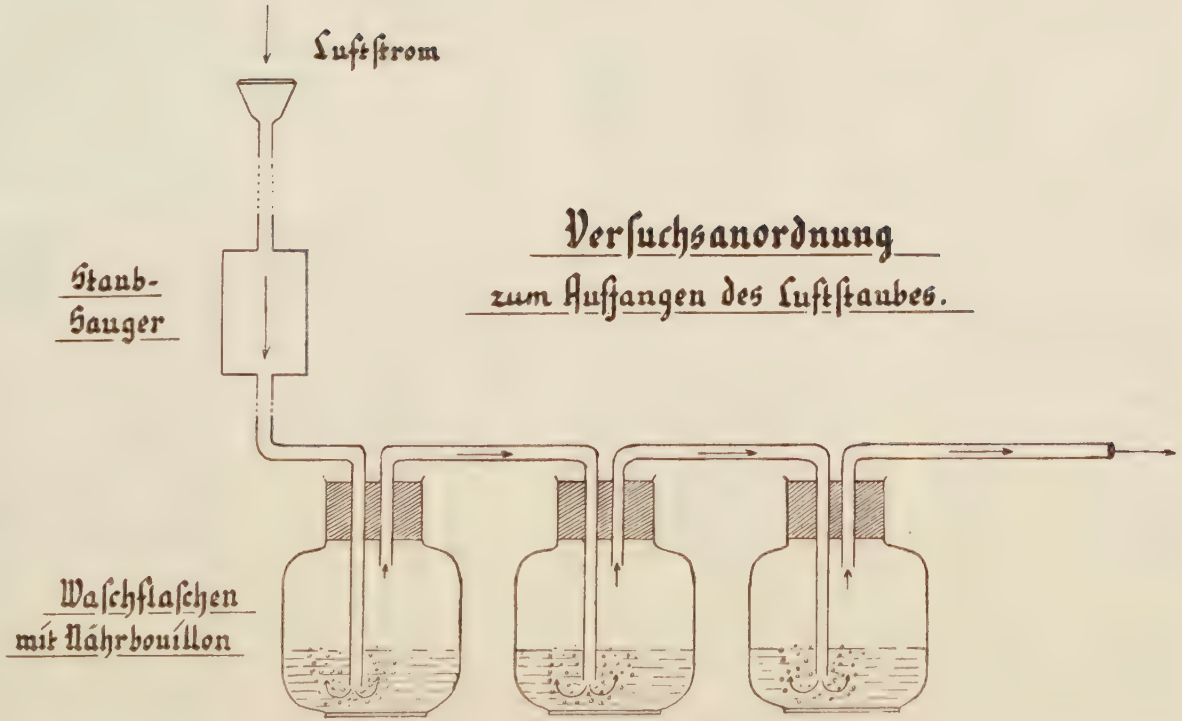
Tabelle 8

Verwendung flugfähigen Bettenstaubes tuberkulöser Patienten im Tierversuch.

Nr.	Datum	Entnahmezimmer	Tier-Nr.	Sektionsbefund am:	
1	15. 3. 37	193	M 257	positiv	10. 5. 37
2	15. 3. 37	193	M 258	positiv	
3	15. 3. 37	193	M 224	positiv	
4	15. 3. 37	193	M 249	positiv	

Es zeigten alle vier Tiere eine klassische Impftuberkulose. Bei 6 am 15. 3. 37 mit dem gleichen Impfmaterial angesetzten Kulturen konnte kein positives Ergebnis erzielt werden.

Als Folgerung dieses Ergebnisses der Untersuchung über flugfähigen Bettenstaub in Krankenzimmern offener Lungentuberkulöser kann also festgestellt werden, daß der durch das Abziehen der Bezüge sich von der Wäsche lösende flugfähige Staub mit Tuberkelbazillen **behaftet** ist. Demnach besteht die nahezu sichere Wahrscheinlichkeit, daß das mit dieser Arbeit beschäftigte Personal der Gefahr einer Inhalation solcher Teilchen aus-



Versuchsanordnung
zum Auffangen des Luftstaubes.

gesetzt ist. Wieweit bei einer Aspiration diese bazillenbeladenen Teilchen tatsächlich in die Alveolen der Lungen der gefährdeten Personen gelangen, hängt von Umständen, wie Größe der Teilchen, Atmen mit offenem Mund usw. ab, wie sie schon oben erörtert wurden und kann hier nicht entschieden werden. Erwähnt muß werden, daß daß Personal ohne Atemschutzgerät arbeitet.

Ich hatte mir bei der Durchführung des Versuches eine Halbmaske mit Wattevorfilter (Auer-Gesellschaft) aufgesetzt. Der Wattevorfilter wurde 40 Minuten beatmet, anschließend ausgewaschen und filtriert. Das zentrifugierte Filtrat wurde am 15. 3. 37 zwei Meerschweinchen (M 261 und M 264) subkutan injiziert, jedoch konnte bei diesen keine Impftuberkulose erzielt werden.

Durch die bisherigen Ergebnisse bedingt, war die Überlegung naheliegend, nunmehr auch einmal den in den Zimmern verteilten Luftstaub zur Zeit des Bettenmachens und später auf seinen etwaigen Gehalt an flugfähigen Tuberkelbazillen zu untersuchen.

Zunächst wurden die Untersuchungen nur qualitativ durchgeführt, und zwar so, daß das Luftansaugrohr in Kopfhöhe in der Mitte des Zimmers angebracht wurde in der Absicht, auf diese Weise Durchschnittswerte zu erhalten. Der Staub wurde in Bouillonkolben aufgefangen (siehe Zeichnung).

Es wurden pro Minute 133 Liter Zimmerluft in Nährbouillon ausgewaschen, diese anschließend zentrifugiert und das Zentrifugat zur subkutanen Injektion bei Meerschweinchen verwandt. Es konnten keine Tuberkelbazillen nachgewiesen werden.

Tabelle 9

Versuche über Tuberkelbazillengehalt des Luftstaubes in Krankenzimmern Tuberkulöser.

Nr.	Datum	Zimmer-Nr.	Saugdauer	Tier-Nr.	Sektionsbefund am:	
1	8. 3 37	190/193	5 Min.	M 217	negativ	28. 4. 37
2	8. 3 37	190/193	5 „	M 18	negativ	
3	10. 3 37	188/194	15 „	M 239	negativ	30. 4. 37
4	10. 3. 37	188/194	15 „	M 240	negativ	
5	16. 3. 37	190	30 „	M 262	negativ	6. 5. 37
6	16. 3. 37	190	30 „	M 263	negativ	

Die Wattevorfilter, die während dieser Versuche von mir als Atemschutz benutzt wurden, wurden wiederum ausgewaschen; doch auch mit diesem Substrat ließ sich bei M 231, M 232, M 237 und M 238 keine Impftuberkulose erzielen.

In weiteren Untersuchungen wurde der Luftstaub eines Zimmers (Zimmer 193) sowohl qualitativ als auch quantitativ untersucht, und zwar teils während des Bettwäschewechsels, teils einige Zeit darauf.

Zu diesem Zwecke wurde anstelle der Saugröhre des Staubsaugers ein Büchner-Filteraufsatz mit einer Lage Fließpapier als Einsatz verwandt. Das Fließpapier erwies sich als nahezu 100 %ig undurchlässig für etwa 5 μ große Teilchen bei einer Saugkraft des Staubsaugers von 1 cbm Luft in 7½ Minuten.*) Das Filter wurde wieder in Kopfhöhe in Zimmermitte angebracht, nachdem das Fließpapier in absolut trockenem Zustand gewogen worden war. Nach einer Saugzeit von 30 Minuten wurde das Fließpapier abermals im Exsiccator auf absoluten Trockenheitszustand gebracht und dann die Gewichtszunahme, = aufgefangene Staubmenge, festgestellt. Anschließend wurde das Filter in Kochsalzlösung ausgewaschen und die Suspension dann wie üblich im Tierversuch verwandt. Es ergaben sich folgende Resultate:

Tabelle 10

Untersuchungen über Tuberkelbazillengehalt des Luftstaubes aus Krankenzimmern Lungentuberkulöser.

Nr.	Datum	Zimmer-Nr.	Saugdauer	Staubmenge in 4 cbm Zimmerluft	Zeit	Tier-Nr.	Sektionsergebnis
1	23. 3. 37	193	30 Min.	8,6 mg	während des Bettwäschewechsels	M 273	negativ
2	23. 3. 37	193	30 „	8,6 „	„	M 274	„
3	23. 3. 37	193	30 Min.	0,5 mg	1 Stunde nach dem Bettwäschewechs.	M 275	negativ
4	23. 3. 37	193	30 „	0,5 „	„	M 276	„
5	25. 3. 37	193	30 Min.	5,7 mg	während des gewöhnlichen Bettenmachens	M 277	negativ
6	25. 3. 37	193	30 „	5,7 „	„	M 278	„
7	25. 3. 37	193	30 Min.	1,2 mg	1 Stunde nach dem gewöhnlichen Bettenmachen	M 279	negativ
8	25. 3. 37	193	30 „	1,2 „	„	M 280	„
9	26. 4. 37	193	30 Min.	9,5 mg	während des Bettwäsche wechsels	M 35	negativ
10	26. 4. 37	193	30 „	9,5 „	„	M 245	„

Die Untersuchungen über Luftstaub in Krankenräumen Lungentuberkulöser ergaben also nichts Positives bezgl. Tuberkelbazillengehalt. Dabei ist zur Beurteilung des negativen Ausfalls jedoch zu be-

*) Mittels Gasuhr festgestellt.

achten, daß die Untersuchungen sich nicht auf die Stellen der Staubentwicklung bzw. der Staubentstehung erstreckten, sondern, um Durchschnittswerte zu erzielen, in Zimmermitte vorgenommen wurden. Einerseits muß mit einer großen Verdünnung gerechnet werden, andererseits könnten etwa bazillenbeladene Staubteilchen natürlich schon zu Boden gesunken sein, bevor sie vom Filter erfaßt wurden — zumal auch die Saugkraft des Apparates aus technischen Gründen relativ gering war (4 cbm in 30 Minuten bei einem Gesamtluftkubus von 106 bzw. 196 cbm im Zimmer). Man wird auch nur mit vereinzelt schwebenden bazillenbeladenen Staubteilchen rechnen dürfen, weil die größte Masse wahrscheinlich doch ziemlich schnell zu Boden sinkt, worauf Lange (siehe oben) übrigens schon hingewiesen hat.

Die Tatsache des negativen Ausfalls der Luftstaubversuche berechtigt jedoch **durchaus nicht** zu der Hoffnung, daß sich überhaupt keine Bazillen in schwebendem Zustand befinden und somit für das in solchen Stationen beschäftigte Personal keine Gefahr einer Inhalation besteht; die Ergebnisse der Untersuchungen über Bettenstaub belehren eines anderen.

Bedeutet an sich der Umgang mit offenen Lungentuberkulösen für das betreffende Personal schon eine Gefährdung, so stellt für diese der Zeitpunkt des Wäschewechsels, besonders des Bettenabziehens auf der Station mit der so enormen Staubentwicklung, einen besonders hohen Grad der Gefahrenhäufung dar, zumal, wie oben schon erwähnt, ohne Atemschutzgerät gearbeitet wird. Diesem Zustande abzuhelfen, ist daher eine dringlichste Forderung.

VI. Zur Verhütung der Lungentuberkulose.

Es steht fest, daß ganz allgemein für die Angehörigen des Heil- und Pflegeberufs eine mehr oder weniger große Gefahr besteht, tuberkulös zu erkranken. Besonders gefährdet sind Personen, die auf Tuberkulosestationen Dienst verrichten. Hier kann die Ansteckung erfolgen: durch den Auswurf, durch beim Husten, Niesen und Sprechen verstreute Tröpfchen, durch Staub, in den Tuberkelbazillen gelangt sind, wobei nach obigem besonders dem durch das Bettenabziehen entstehenden Staub Beachtung zu schenken ist, ferner durch infektiösen Stuhl bei Darmtuberkulose und durch Harn bei Blasentuberkulose.

Maßnahmen zur unschädlichen Beseitigung von Auswurf, infektiösem Stuhl und Harn sind Aufgaben, die dem Personal einer Lungen-Tbc-Station genauestens bekannt sind und zweifellos überall hinreichend durchgeführt werden. Anders verhält es sich schon mit den von den Patienten durch Husten, Niesen und Sprechen versprühten Tröpfchen. Da diese Teilchen zumeist nicht sichtbar sind, wird einmal dadurch ihre Gefahr verkannt, obwohl das Personal durch Anweisungen und Verhaltungsmaßregeln unterrichtet ist; andererseits bringt ein längeres Arbeiten in einer gefährlichen Umgebung, bewußt

oder unbewußt, häufig eine gewisse Sorglosigkeit mit sich. Die unmittelbare Nähe eines Lungentuberkulösen aber ist immer Gefahrenzone, denn solche Patienten husten ständig. Daher ist es bei Hilfeleistungen und Handreichungen an tuberkulösen Patienten aus prophylaktischen Gründen stets unerläßlich, zumindest ein Tuch vor Mund und Nase als Atemschutz und zur Verhütung einer Tröpfcheninhalation zu tragen.

Eindringlichste Beachtung muß zur Verhütung einer Inhalation dem auf Tbc-Stationen vorhandenen flugfähigen Staub gezollt werden. Wie schon erwähnt, kommt es hierbei auf den sich durch vielerlei Arbeitsvorgänge erst entwickelnden, also flugfähigen Staub an. Zur Vermeidung der Aufwirbelung des bazillenreichen Fußbodenstaubes ist zu Zeiten des vermehrten Zimmerstaubanfalls das unnötige Betreten der Krankenzimmer zu unterlassen; auch soll in den Zimmern kein Gegenzug entfacht werden; schmutzige Wäscheteile, Bettbezüge, Laken usw. dürfen nicht innerhalb des Zimmers in Haufen zusammengeworfen oder dort gezählt werden, wie es z. T. vorkommt, sie dürfen auch nicht zusammengefaltet, dann im Schwung zur Erde geworfen und gestapelt werden. Gerade letzteres Vorgehen bringt, wie beobachtet wurde, eine enorme Staubwolkenaufwirbelung vom Fußboden mit sich. Es wäre wünschenswert, daß an Ort und Stelle jedes zu beseitigende Wäschestück in desinfizierende Lösungen gesteckt würde; man müßte zu diesem Zweck etwa einen fahrbaren Bottich herrichten. Daneben soll der angefallene Fußbodenstaub sofort nach Beendigung des Wäschewechsels durch mehrfaches intensives feuchtes Auswischen des Fußbodens mit starkprozentigen desinfizierenden Lösungen (Alkalysol, Kresolseifenlösung, Sagrotan usw.) in Verbindung mit ausreichender Zimmerlüftung entfernt werden. Das Ausfegen ist grundsätzlich zu vermeiden!

Während des Wäschewechsels ist es der Wäschestaub selbst, der in hohem Grade infektiös ist und besonders leicht eingeatmet werden kann, weil das arbeitende Personal sich mit dem Gesicht ja in unmittelbarer Nähe der Staubentwicklungsstellen befindet. Für diese Arbeiten ist das Personal unbedingt mit Atemschutzgeräten auszurüsten. Als zweckmäßiger und wenig arbeitsbehindernder Schutz empfiehlt sich für diesen Zeitpunkt der Gefahrenhäufung die von mir selbst bei der Durchführung meiner Versuche angewandte Auer-Halbmaske mit Wattevorfilter, welcher gegen ausgehustete Tröpfchen und groben Staub zweifellos hinreichend Schutz gewährt; evtl. muß aber für die feineren Anteile des Wäschestaubes das Colloidfilter Nr. 91 oder das Hochleistungsfilter Nr. 55 B oder Nr. 89 (sämtl. Auer-Gesellschaft) verwandt werden. Letztere wurden, wie die Auergesellschaft mitteilt, bezüglich verstäubter Bakterien bereits erprobt: Baz. Prodigiosus und Bacterium Coli werden zu 97 % zurückgehalten. Ein derartiges Filter wäre demnach auch gegen tuberkelbazillenhaltige Staubanteile zu verwenden.

In diesem Zusammenhang sei auf die Untersuchungen Lehmann's über Voraussetzungen für die Brauchbarkeit von Staubmaskenfiltern hingewiesen. Danach sind solche Staubmasken als ungenügend zu bezeichnen, deren Filterleistung bei einer Korngröße von 1—2 μ weniger als 60 % beträgt. Staubmasken mit einer Filterleistung von 60—80 % sind bedingt brauchbar, mit über 80 %, gut. Eine Grundbedingung für die Brauchbarkeit eines Filters ist weiterhin, daß bei Luftdurchgang von 150 Liter pro Minute der Widerstand nicht mehr als 30 mm Wassersäule beträgt; bei leichteren Arbeiten sind 50 mm gerade noch zulässig. Die Untersuchungen Lehmann's ergaben, daß feuchter Schwammgummi 20—25 % Filterleistung aufwies bei einem Widerstand von 5—10 mm Wassersäule, getrockneter Schwammgummi 42 % und ebenfalls 5—10 mm Wassersäulenwiderstand. Wattefilter je nach Dichte 30—85 % Filterleistung, Widerstand 30—80 mm Wassersäule. Naturschwammfilter trocken: bis 80 % Filterleistung, feucht: 40 % Filterleistung, Widerstand 30 bis 70 mm. Fließpapier bzw. Pappe filterte 90 % und hatte einen Widerstand von 150—200 mm Wassersäule.

Es läßt sich also nur mit relativ dichten Geweben eine Filterleistung bis zu 90 % erzielen, und es wäre Aufgabe der einschlägigen Industrie, ein derart brauchbares, speziell für tuberkelbazillenhaltigen Staub geeignetes Filter herzustellen, wie es z. T. bei den genannten Auer-Filtern schon vorliegt.

Bei meinen Versuchen über den Tuberkelbazillengehalt des Fußbodenstaubes verwandte ich zum Sammeln des Staubes einen der gebräuchlichen kleineren Handstaubsauger (siehe oben), wobei der Luftstrom durch einen Siebbeutel streicht, in welchem der Staub sich absetzt. Seinerzeit wurde im Hygienischen Institut der Universität Halle von Herrn Dr. Kairies ein von Herrn C. Reichel, Berlin erfundenes Zusatz-Filtergerät für Staubsauger hinsichtlich der Durchlässigkeit für Bakterien erprobt. Mit freundlicher Genehmigung des Herrn Dr. Kairies verwandte ich ein derartiges Gerät beim Absaugen des tuberkelbazillenhaltigen Fußbodenstaubes. Das Filtergerät befindet sich hinter dem Staubauffangebeutel und erfaßt die Abluft, die aus dem Beutel reichlich kleinste Staubteilchen mitreißt.

Meine Versuche, teils mit einer Bouillonaufschwemmung des gesammelten Staubes im Staubbeutel, teils mit Waschflüssigkeit der filtrierten und hitzebehandelten Abluft zeigten folgende Ergebnisse:

Tabelle 11

Versuche über die Vernichtung tuberkelbazillenhaltigen Fußbodenstaubes mittels Staubsaugers mit Bakterienfiltergerät n. C. Reichel.

Nr.	Datum	Fußbodenstaubprobe vor dem „Reichel-Filter" Tier-Nr.	Sektionsergebnis Tbc	nach passiertem „Reichel-Filter" Kontrolltier Nr.	Sektionsergebnis Tbc
1	8. 3. 37	M 227	positiv	M 219	negativ
2	8. 3. 37	M 228	„	M 220	„
3	8. 3. 37	M 229	„	M 221	„
4	8. 3. 37	M 230	„	M 222	„
5	23. 3. 37	M 269	„	M 271	„
6	23. 3. 37	M 270	„	M 272	„

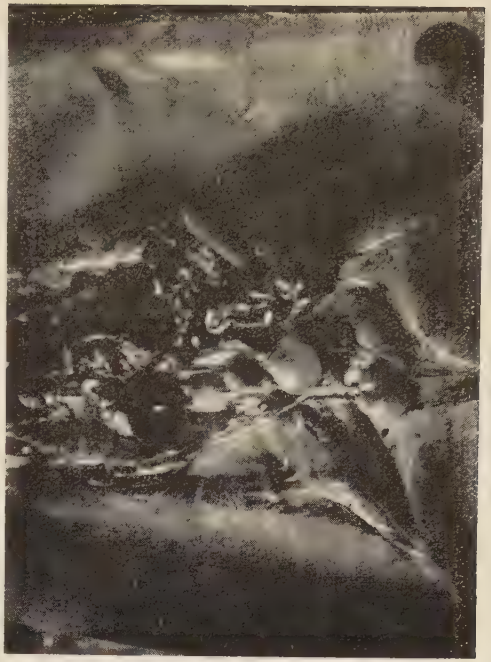
Es erwies sich also, daß das elektrisch heizbare Filter keine Tuberkelbazillen passieren ließ, während mit dem Staubmaterial vor dem Filter in 6 Tierversuchen bei 5 Tieren eine Impftuberkulose erzielt wurde.

Nachstehende Abbildungen zeigen in Gegenüberstellung ein mit Material aus dem Staubbeutel erfolgreich geimpftes tuberkulos infiziertes Tier M 228 (Abb. 1) und Kontrolltier M 220 (Abb. 2), das mit dem Zentrifugat der Abluftwaschflüssigkeit geimpft, keine tuberkulöse Reaktion erkennen läßt.

Neuerdings haben Kairies und Mittag in „Über ein desinfizierendes Zusatzgerät für Staubsauger nach C. Reichel" durch weitere Versuche festgestellt, daß Reinkulturen verstäubter, lebensfähiger und im Tierversuch infektiöser Tuberkelbazillen im Filter vernichtet wurden; die durchgesaugte Luft war nach Passage des Filters bazillenfrei. 10 aus verschiedenen Versuchen geimpfte Meerschweinchen ließen sich nicht infizieren, während die Kontrolltiere, welche die getrockneten Tuberkelbazillen erhalten hatten, tuberkulos erkrankten. Die Methode der Abtötung der Keime geht also unter Kombination von Filtration und Hitzeeinwirkung vor sich, und sie scheint somit für die Vernichtung von Tuberkelbazillen in Staub gut geeignet zu sein. Die Apparatur kann überall dort leicht verwandt werden, wo verdächtiges tuberkelbazillenhaltiges Staubmaterial gefahrlos beseitigt werden soll; sie stellt somit eine Bereicherung derjenigen Mittel dar, die im Kampf gegen die Tuberkulose eingesetzt werden können.

Bei einem großen Teil der an Lungen-Tbc erkrankten Pflegepersonen wird es sich um solche handeln, welche die Maßnahmen zur Verhütung der Ansteckung oder deren Ursachen nicht kennen, oder aber, daß sie infolge ihrer Leichtfertigkeit und psychischen Labilität sie nicht genügend beachten! Zu den ersteren werden sicherlich diejenigen gehören, die nur vorübergehend auf Tbc-Stationen beschäftigt sind. Es wäre demnach erstrebenswert, nur erfahrene und ältere Schwestern und Personal auf solchen Sta-

(Abbildung 2)



(Abbildung 1)

tionen anzustellen, bei denen ohnedies keine erhöhte Disposition für die Tuberkulose auf Grund ihres Lebensalters mehr vorliegt. Darüber hinaus muß bei allen Beschäftigten durch Vorträge und dergleichen immer wieder auf die „Anweisungen zur Verhütung der Ansteckung mit Tuberkulose für in Anstalten tätige Krankenpflegepersonen" hingewiesen werden; es sollte in stets zu wiederholenden Schulungsstunden erläutert werden, daß jede auch noch so überflüssig erscheinende Anordnung zu beachten und danach zu handeln ist.

Von vielen Autoren wird vorgeschlagen, die Gefährdeten einer regelmäßigen Röntgenbild-Untersuchung zu unterziehen, weil es nur so gelingen kann, die beginnenden Erkrankungen rechtzeitig zu erfassen und zu behandeln, bevor der Krankheitsprozeß zuweit fortgeschritten ist. Die Ermittlung der Familiengeschichte ist bei jedem Neueinzustellenden ebenso notwendig, wie die Prüfung seines Allergiezustandes in bezug auf Tuberkulose. Wenn über letzteren Punkt die Meinungen verschiedener bekannter Tbc-Ärzte noch auseinandergehen, so wird doch Einigkeit über jene Forderungen bestehen, wie sie in weitestgehenden persönlichen Schutzmaßnahmen, allgemeiner Verbesserung der Arbeitsplätze und nicht zuletzt in einer intensivsten Aufklärung zu erblicken sind.

VII. Zusammenfassung.

1. An Hand statistischen Materials wird festgestellt, daß die Morbiditätsziffern der Lungentuberkulose des Krankenpflegepersonals im Ansteigen begriffen sind. Die höchsten Erkrankungsziffern fallen auf jene Teile des Personals, die sich der Pflege Lungentuberkulöser widmen.
2. Es werden vier Fälle von Lungen-Tbc des Krankenpflegepersonals beschrieben, die sämtlich bei Krankenschwestern einer beobachteten Lungen-Tbc-Station innerhalb von acht Jahren auftraten und als Berufsschaden anerkannt wurden. In seinem Verlauf zeigte das Leiden in allen Fällen gute Ausheilungstendenz, jedoch bedingte es mehr oder minder anhaltende Invalidität.
3. Sowohl durch flugfähigen Staub als auch durch versprühte Tröpfchen (Hustentröpfchen) können Tuberkelbazillen auf dem Inhalationswege zur Infektion der Lungen führen.
4. In einer Krankenstation für Lungentuberkulöse konnte an den Tagen des Bettwäschewechsels ein vermehrter Zimmerstaubanfall beobachtet werden.
5. Der Fußbodenstaub von Krankenzimmern Lungentuberkulöser enthält Tuberkelbazillen.
   Bei 31 darüber angestellten Züchtungsversuchen im Kulturverfahren konnte in 6 Fällen der Nachweis gewachsener Bazillen erbracht werden, 22 Kulturen blieben negativ, 3 fielen aus wegen Verunreinigung durch Schimmelpilze. Bei Verwendung desselben

Fußbodenstaubmaterials im Tierversuch konnte von 26 Tieren bei 17 eine Impf-Tbc erzielt werden, während 6 gesund blieben und 3 intercurrent verendeten.

6. Bei dem Nachweis der Tuberkelbazillen aus Fußbodenstaub zeigte sich der Tierversuch dem Kulturverfahren überlegen.
7. Der flugfähige Bettwäschestaub offener Lungentuberkulöser birgt virulente Tuberkelbazillen.
   In vier Untersuchungen wurden durch Tierversuch aus solchem Staub Tuberkelbazillen nachgewiesen.
8. Bei Untersuchungen des flugfähigen Luftstaubes in Krankenzimmern Lungentuberkulöser konnten in 16 darüber angestellten Tierversuchen keine Tuberkelbazillen nachgewiesen werden.
9. In den bei der Durchführung der Untersuchungen verwandten Wattefiltern von Staubmasken (Atemschutzgerät) konnten in 6 darüber angesetzten Tierversuchen keine Tuberkelbazillen nachgewiesen werden.
10. Das auf den Krankenstationen offener Lungentuberkulöser beschäftigte Krankenpflegepersonal ist in Zeitpunkten des Bettwäschewechsels auf der Station bei der bisherigen Arbeitsweise einer erhöhten Gefahr unterworfen, tuberkelbazillenbeladene Wäschestaubteilchen zu inhalieren und sich damit zu infizieren.
11. Neben den bisherigen Schutzmaßnahmen laut „Anweisungen usw." vor Ansteckung mit Tbc sind folgende zusätzliche Anordnungen zu treffen:
    a) Bei Hilfeleistungen und Handreichungen am lungentuberkulösen Patienten ist zum Schutz vor Tröpfcheninhalation stets ein Tuch vor Mund und Nase zu tragen.
    b) In Zeiten vermehrten Zimmerstaubanfalls (Bettenmachen, Bettwäschewechseln) ist unnötiges Betreten der Krankenzimmer verboten, Gegenzug in den Krankenzimmern zu vermeiden; unmittelbar nach beendigtem Bettenmachen oder Bettwäschewechsel ist der Fußboden mit starkprozentigen desinfizierenden Lösungen feucht auszuwischen; schmutzige Wäscheteile, Bettbezüge, Laken usw. sind nicht im Zimmer zusammenzuwerfen, zu stapeln oder zu zählen, sondern an Ort und Stelle vorsichtig in Bottiche mit desinfizierender Lösung zu bringen.
    c) Während des Wäschewechsels ist das Personal mit für Tuberkelbazillen undurchlässigen Staubmasken auszurüsten.
12. Zur Beseitigung tuberkelbazillenhaltigen Fußbodenstaubes wird ein elektrisch heizbares Zusatz-Filtergerät für Staubsauger nach C. Reichel angewandt.
    In 6 darüber aus verschiedenen Untersuchungen angestellten Tierversuchen erwies sich, daß das Filtergerät etwa im Fußbodenstaub befindliche Tuberkelbazillen nicht passieren läßt.

Am Ende dieser Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. P. Schmidt für die Anregung zu diesem Thema sowie für die freundlichen Hinweise und Ratschläge meinen herzlichsten Dank auszusprechen. Gleichfalls bin ich Herrn Dozent Dr. med. habil. Kairies für das große Entgegenkommen und die Beratung bei der Durchführung meiner experimentellen Untersuchungen und Tierversuche im Hygienischen Institut zu großem Dank verpflichtet.

Literatur.

Albert, A.: Beitr. Klin. Tbc. 68,3 (1928).
Aschoff: Klin. Wochenschrift 1922, II, 1702; 1929, I, 1.
Med. Klin. 1925, 582.
Beitzke: Beitr. Klin. Tbc. 56, 304 (1923)
Berl. Klin. Wochenschr. 1921, 912.
Beninde, M.: Zeitschr. f. Hyg. 30, 163 (1899).
Braeuning: Zeitschr. f. Tbc. 33, 129 (1921) 43, 441 (1925).
Cornet: Berl. Klin. Wochenschr. 1898, 317. 1899, Nr. 11 und 12.
Dornedden: Reichsgesundheitsblatt 1933 Beiheft 3.
Flügge: Zeitschr. f. Hyg. 30, 107 (1899). Zeitschr. f. Tbc. 34.
Ghon: Der primäre Lungenherd bei der Tbc. der Kinder, Wien 1912.
Hamburger: Med. Klin. 1915, 34.
Hamel: Medizinalstat. Mitteil. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamt. Bd. 16.
Heymann: Zeitschr. f. Hyg. 38, 21 (1901). 86, 245 (1918).
Hippke: Zeitschr. f. Hyg. 93, 122 (1921)
Jckert: Zeitschr. f. Tbc. 45, 291 (1926).
Kayser-Petersen: Beitr. Klin. Tbc. 86, 582 (1935).
Kairies u. Mittag: Erscheint demnächst in Zeitschr. f. Tbc.
Kreuser: Beitr. Klin. Tbc. 85, 399 (1934).
Kutschera-Aichbergen u. Makitra: Beitr. Klin. Tbc. 83, 405 (1933).
Kirstein: Zeitschr. f. Hyg. 50, 186 (1905).
Kramer: Zentralbl. f. Tbc. 71, 165 (1935)
Lange u. Nowosselsky: Zentralbl. f. Bakt. 93, 66 (1924)
Lange, B.: Zeitschr. f. Hyg. 106, 1 (1926). Beitr. Klin. Tbc. 65 (1925).
Lange u. Keschischian: Zeitschr. f. Hyg. 104, 256 (1925).
Lehmann, G.: Arb. Physiol. 9, 182 (1936).
Neißer: Zeitschr. f. Hyg. 27, 175 (1898).
Neumann: Zentralbl. f. Tbc. 40, 591 (1934).
Ranke, K. E.: Dtsch. Arch. Klin. Med. 119, 369 (1916). 129, 224 (1919)
Redecker: Die Entstehung und Entwicklung der Lungenschwindsucht des Erwachsenen. Leipzig 1928.
Reichenbach: Zeitschr. f. Tbc. 34, 559 (1921).
Reichsgesundheitsamt: Anweisungen zur Verhütung der Ansteckung mit Tuberkulose für in Anstalten tätige Krankenpflegepersonen.
Rosenkranz: Beitr. Klin. Tbc. 85, 584 (1934).
Strauß, W.: Zeitschr. f. Hyg. 96, 27 (1922). Zeitschr. f. Hyg. 105, 416 (1926)

Lebenslauf.

Am 15. Oktober 1912 wurde ich, Rudolf Herbert Voigt, als dritter Sohn des Lehrers Paul Voigt und dessen Ehefrau Antonie geb. Sachse zu Könnern a. d. Saale geboren. Nach vier Grundschul- und drei Mittelschuljahren an Schulen meiner Heimatstadt besuchte ich seit Ostern 1926 die Staatliche Deutsche Oberschule zu Köthen (Anhalt), und legte dort im Februar 1932 die Reifeprüfung ab.

Mein medizinisches Studium begann ich anschließend in Halle und setzte es nach vier Semestern in Königsberg fort, wo ich am 31. Juli 1934 die ärztliche Vorprüfung bestand. In sechs klinischen Semestern erhielt ich meine weitere Ausbildung wieder in Halle, wo ich mich im Herbst 1937 der ärztlichen Prüfung unterzog, die am 3. Dezember 1937 beendet war. Seitdem bin ich als Medizinalpraktikant an der Universitätsklinik für Haut- und Geschlechtskrankheiten zu Halle tätig.